



Offre de thèse IRCER – démarrage octobre 2026

Elaboration et caractérisation de céramiques transparentes à base de sesquioxydes de terres rares pour lasers visibles et moyen-infrarouge

Résumé

Cette thèse vise à développer de nouvelles céramiques transparentes à base de sesquioxydes de terres rares dopées (Dy^{3+} , Er^{3+}) pour des applications lasers infrarouges moyens performants [1-3]. Ce projet comprend l'étude de la mise en forme des poudres, des mécanismes de frittage (incluant des techniques avancées comme HIP et SPS), ainsi que le développement de matériaux à gradient de composition par fabrication additive. Les matériaux obtenus seront ensuite caractérisés (structure, microstructure, propriétés optiques et thermiques) afin d'évaluer leur potentiel pour des applications laser.

Contexte et objectifs :

Ce projet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR DUPLEX (Dysprosium for Ultrashort-Pulse lasers using Low-Phonon crystals for Emission eXtended above $3\mu m$). L'objectif du projet est de développer de nouveaux matériaux inorganiques fonctionnels à base de monocristaux à faible énergie de phonons et de céramiques transparentes dopées aux ions dysprosium. Ces nouveaux matériaux devront présenter une émission dans le domaine infrarouge moyen s'étendant au-delà de $3\mu m$. Ce projet visera à démontrer l'aptitude de ces matériaux pour la réalisation de sources laser à semi-conducteurs infrarouges moyens efficaces, largement accordables et à impulsions ultracourtes. Le consortium est constitué des laboratoires CIMAP et IRCER, experts dans l'élaboration et la caractérisation de cristaux optiques fonctionnels et de céramiques pour l'optique fonctionnelle, respectivement. Le développement des lasers sera quant à lui assuré par les laboratoires LCF et CORIA.

Dans ce contexte, l'objectif principal de la thèse concerne la mise au point de nouvelles céramiques polycristallines transparentes à base de sesquioxydes de terres rares dopées dysprosium et erbium (*e.g.* $Y_2O_3:(Dy^{3+}, Er^{3+})$) adaptées au pompage diode. Ces matériaux seront étudiés du point de vue de l'élaboration par frittage de nanopoudres et de leurs propriétés spectroscopiques et laser.

Déroulé de la thèse :

Le projet de thèse qui sera mené s'appuiera sur les étapes suivantes :

- Etude bibliographique, afin de définir les compositions d'intérêt au regard de la littérature, ainsi que les méthodes de forgeage et frittage permettant leur élaboration.
- Etude de la mise en forme de nanopoudres. Cette étude s'appuiera notamment sur la formulation de suspensions et la mesure de leur potentiel zêta, de leur granulométrie et de leur comportement rhéologique. Ces caractéristiques seront corrélées aux propriétés des pièces crues obtenues après mise en forme, en particulier leur distribution en taille de pores et leur homogénéité chimique.
- Etude des mécanismes de frittage en fonction de paramètres expérimentaux tels que la concentration en additifs ou dopants luminescents, l'atmosphère de frittage ou encore l'application d'une contrainte mécanique. Cette étape comprendra notamment la mise en œuvre de techniques de frittage non-conventionnel (sous vide, HIP, SPS).
- Elaboration de matériaux à gradient de composition avec le développement d'une technique de mise en forme par fabrication additive par micro-extrusion. Cette étape comprendra notamment l'étude du co-frittage des pièces obtenues.
- Caractérisation de la structure et microstructure des échantillons par des techniques avancées telles que la DRX, MEB, MET, microsonde électronique, microscopie de fluorescence, etc. Caractérisation des performances thermiques et optiques, ainsi que des propriétés spectroscopiques et du potentiel laser (spectroscopie d'absorption/émission, durée de vie, gain).

Organisation et valorisation des travaux :

Le doctorant sera rattaché à l'équipe MHP de l'Axe 4 de l'IRCER. Des missions ponctuelles en particulier au CIMAP sont à prévoir. Il participera aux réunions d'avancement du projet en présence des différents partenaires et sera ainsi amené à effectuer un reporting régulier de ses travaux, sous la forme de présentation orales mais aussi de rapports écrits. Le doctorant participera à minima à deux congrès nationaux et à un congrès international pendant la durée de sa thèse pour y présenter ses travaux de recherche et rencontrer les membres de la communauté scientifique nationale et internationale dans les domaines de la chimie, des matériaux et de la photonique. La valorisation des travaux menés se fera principalement sous forme de publications et pourra également faire l'objet d'un brevet auquel participera naturellement le doctorant. Le doctorant suivra des formations proposées par l'Ecole Doctorale « Sciences et Ingénierie » de l'Université de Limoges, qui visent à apporter au futur docteur des outils pour renforcer ses compétences transversales et pouvoir ainsi réussir au mieux son insertion professionnelle.

Bibliographie :

- [1] A. Ikesue, Y.L. Aung, *Ceramic laser materials*, *Nature Photonics* 2 (2008) 721–727. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2008.243>.
- [2] A. Goldstein, A. Krell, Z. Burshtein, *Transparent Ceramics: Materials, Engineering, and Applications*, John Wiley & Sons, NY, 2020. <https://doi.org/10.1002/9781119429524>.
- [3] L. Viers, S. Guené-Girard, G. Dalla-Barba, V. Jubéra, É. Cormier, R. Boulesteix, A. Maître, *Optical and Spectroscopic Properties of Ho:Lu₂O₃ Transparent Ceramics Elaborated by Spark Plasma Sintering*, *Ceramics* 7 (2024) 208–221. <https://doi.org/10.3390/ceramics7010013>.

Profil recherché :

- *Formation* : Master (ou équivalent) en science des matériaux, physique ou chimie des matériaux
- *Compétences techniques* : élaboration des matériaux (frittage, procédés céramiques, traitements thermiques), bases en microscopie, diffraction RX, spectroscopies ou analyses thermiques appréciées
- *Expérience* : pratique expérimentale en laboratoire requise
- *Qualités* : rigueur, autonomie, esprit d'analyse, goût pour l'expérimentation, capacité à résoudre des problèmes complexes, aptitude au travail interdisciplinaire (matériaux / optique / lasers)
- *Communication* : bon niveau en français et en anglais (écrit et oral).

CONTACTS :

R. Boulesteix, IRCER (Institut de recherche sur les céramiques, UMR 7315), 12 rue Atlantis, Centre Européen de la Céramique, 87068 Limoges
remy.boulesteix@unilim.fr

A. Maître, IRCER (Institut de recherche sur les céramiques, UMR 7315), 12 rue Atlantis, Centre Européen de la Céramique, 87068 Limoges
alexandre.maitre@unilim.fr